

Abstrakt

Wykonując pomiary na stanie kwantowym w ramach eksperymentu otrzymujemy kwantowe statystyki (lub kwantowe "pudełka") -rodzinę rozkładów prawdopodobieństwa. Jeśli pomiary są odpowiednio dobrane, statystyki te mogą mieć szczególne własności. Dla przykładu mogą łamać nierówność Bella (tj. wykazywać tak zwaną nielokalność Bella) lub łamać nierówności kontekstualne. Własności takie są ważne nie tylko w związku z badaniami podstawowymi, lecz również z punktu widzenia przetwarzania kwantowej informacji. Aby lepiej zrozumieć własności kwantowo-mechanicznych statystyk zwykle bada się statystyki, które niekoniecznie pochodzą od kwantowo-mechanicznych pomiarów, ale spełniają pewne podstawowe zasady, takie jak warunek niesygnalizacji lub ogólniej warunek spójności. W niniejszej rozprawie doktorskiej badamy pewne aspekty statystyk niesygnalizujących, jak również szerszej klasy statystyk spójnych.

Na rozprawę tą składają się głównie dwie części. W pierwszej z nich opisujemy badania dotyczące nielokalności Bella w przypadku kwantowym oraz w ramach scenariusza statystyk niesygnalizujących. Na pierwszą część składają się dwa odmienne podejścia do nielokalności Bella. W ramach pierwszego, sprawdzamy jaki stopień ograniczenia wykazują kwantowe statystyki jeśli chodzi o algebraiczne łamanie nierówności Bella, w związku z ich częścią deterministyczną. Jest to nowe podejście do omawianego zagadnienia. Otrzymujemy ilościowy rezultat, jak również uniwersalne ograniczenie na łamanie nierówności Bella w rozważanym scenariuszu kwantowym.

W ramach drugiego podejścia badamy w jakim stopniu nielokalność Bella narzuca ograniczenia teorii niesygnalizującej (która zawiera w sobie kwantową teorię), na możliwość osiągnięcia zadań prostych do wykonania w ramach teorii klasycznej. Pokazujemy to dowodząc wersję twierdzenia o niemożności rozgłoszenia, gdzie rozważamy klasę operacji przekształcających statystyki lokalne w

statystyki lokalne. Rozważamy statystyki z dwoma wejściami i dwoma wyjściami. Dowód w tym przypadku bazuje na geometrii wielościanów wypukłych opisujących tę klasę statystyk, jak również operacji rzutowania. Podobne podejście stosujemy w drugiej części tezy, gdzie kontekstualność jest głównym tematem badań. Wprowadzamy funkcję monotoniczną ze względu na rozważane operacje analogicznie do teorii splątania, gdzie funkcje monotoniczne odgrywają ważną rolę. W drugiej części pracy badamy ilościowo zjawisko kontekstualności. Ta część również dzieli się na dwie. W pierwszej z nich zajmujemy się badaniem addytywności miary kontekstualności dla pewnej rodziny statystyk. Dowód wymaga wykorzystania wypukłej struktury szerokiej ich klasy – tych które są spójne, jak również operacji rzutowania. Są to podobne techniki do tych rozwiniętych w pierwszej części pracy w przypadku niemożności rozgłaszania. Następnie, rozważając kontekstualność jako zasób badamy jego ważną własność: możliwość koncentracji. Podaliśmy przykład protokołu koncentracji dla klasy statystyk typu XOR. W ramach tego protokołu z dwóch kopii statystyki o niewielkiej kontekstualności otrzymujemy jedną o większej kontekstualności za pomocą operacji, które przeprowadzają statystyki niekontekstualne w niekontekstualne.